

Bahan Baki Berlilin Sulfur Rendah (LSWR) Minyak Tapis Blend di Loji Penapisan Kerteh

Oleh

Muhammad A. Manan, Abd. Razif Abd. Razak dan Abdul Thani Sulai
Jabatan Kejuruteraan Petroleum

Kertas kerja ini disediakan untuk Buletin FKKKSA Jilid. 7 Bil. 2/93. Kandungan kertas kerja ini tidak semestinya mewakili pandangan pihak Petronas terhadap LSWR, sebaliknya ia hanya pengamatan dan pandangan penulis semata-mata.

ABSTRAK

Bahan baki berlilin sulfur rendah (low sulfur waxy residue - LSWR) merupakan pecahan terbawah dan terakhir hasil penapisan tegak minyak mentah Tapis Blend Malaysia. Bahan baki ini dihasilkan pada suhu penapisan sekitar 360°C dan ke atas. Pada suhu bilik dan suhu operasi, ia merupakan pepejal (beku) kerana takat tuangnya adalah di antara 48 hingga 51°C. Kajian awal tentang komposisi kimia dan sifat-sifat fizikal bahan baki ini menunjukkan bahawa LSWR sesuai dan selamat digunakan sebagai sumber bahan bakar kerana ia mematuhi julat spesifikasi yang dibenarkan. Bagaimanapun, masalah yang dihadapi ialah takat tuang dan kandungan lilinnya yang tinggi memerlukan kaedah yang sesuai untuk pengendalian LSWR ini sebagai bahan bakar.

Pendahuluan

Di Malaysia, bahan baki berlilin sulfur rendah adalah merupakan pecahan terbawah daripada minyak mentah Tapis Blend yang ditapis di Loji Penapisan Kerteh, Terengganu. Bahan baki ini mengandungi peratus berat sulfur yang rendah (kurang daripada 0.5%) tetapi peratus lilin yang tinggi. Suhu penghasilan bahan baki ini dari loji penapisan tegak ialah pada 360°C dan ke atas. Oleh sebab takat tuangnya yang tinggi (sekitar 48°C), bahan baki ini beku pada suhu bilik. Ini akan menimbulkan masalah pengendalian; PETRONAS, misalnya, lebih banyak mengeksport bahan ini berbanding untuk pasaran dalam negeri. Manakala, ESSO telah memasarkan bahan ini untuk pasaran dalam dan luar negeri. Bahan ini digunakan sebagai sumber bahan bakar di kilang-kilang perindustrian dan loji penjanaan kuasa elektrik [ESSO, 1988]. Di sesetengah tempat di luar negeri, lilin yang telah dipisahkan daripada bahan baki ini digunakan dalam industri pembuatan kain, plastik, penggilap kasut dan sebagainya. Minyak yang bebas daripada lilin ini pula digunakan sebagai bahan bakar dan bakinya digunakan sebagai bahan pelincir.

Kajian literatur menunjukkan bahawa bahan baki ini mempunyai takat tuang yang tinggi iaitu lebih daripada 40°C dan kadar pertambahan kelikatannya pula mula menjadi lebih mendadak pada suhu sekitar 6 hingga 8°C di atas takat tuangnya. Ini disebabkan lilin mula mendak dan membentuk struktur gel yang menghalang pengaliran [Siegmund dan Manny, 1986].

Komponen utama bahan baki berlilin ini terdiri daripada sebatian n-parafin ($> 75\%$) dengan nombor atom karbonnya antara n-C₂₀ hingga n-C₃₅. Komponen-komponen lain terdiri daripada unsur bukan n-parafin (isoparafin, sikloparafin dan surihan aromatik) dan sebatian bukan hidrokarbon (sebatian sulfur, naterium, vanadium, air dan sedimen dasar, nikel, kalsium, kuprum dan plumbum [Hunt dan O'Nel, 1965]).

Minyak Mentah Tapis Blend

Minyak mentah Tapis Blend adalah minyak mentah yang ditapis di loji Penapisan Kerteh. Ia merupakan adunan minyak mentah daripada 11 medan minyak luar pantai Terengganu. Jadual 1 menunjukkan peratus isipadu minyak mentah yang disumbangkan oleh setiap medan minyak berkenaan.

Nilai graviti api dan takat tuang minyak mentah Tapis Blend adalah berubah-ubah iaitu bergantung kepada ketumpatan minyak mentah bagi setiap medan penyumbang seperti ditunjukkan dalam Jadual 2.

Hasil pengeluaran pada berbagai-bagai peringkat suhu penapisan bagi minyak mentah Tapis Blend ialah nafta ringan (suhu penghasilan $< 75^{\circ}\text{C}$), nafta berat ($75 - 135^{\circ}\text{C}$), kerosin ($135 - 248^{\circ}\text{C}$), diesel ($248 - 370^{\circ}\text{C}$) dan LSWR ($> 370^{\circ}\text{C}$). Data tipikal peratus perolehan isipadu hasil pengeluaran penapisan minyak Tapis Blend seperti pada Jun 1988 menunjukkan bahawa 11% merupakan nafta ringan, 13% nafta berat, 27% kerosin, 26% diesel dan 23% LSWR [Abdullah dan Zakarani, 1988].

Kajian Makmal

Kaedah pengujian dan keputusan kajian makmal terhadap beberapa sifat utama bahan baki berlilin sulfur rendah ini ditunjukkan dalam Jadual 3. Selain daripada itu, hubungan kelikatan kinematik LSWR terhadap perubahan suhu juga dilakukan seperti keputusannya yang diberikan dalam Jadual 4 [Abdul Thani Sulai, 1988].

Perbincangan

Daripada data kajian makmal (Jadual 3) didapati LSWR minyak Tapis Blend adalah sesuai digunakan sebagai bahan bakar kerana sifat-sifat fizikalnya berada dalam julat spesifikasi LSWR yang telah ditetapkan oleh Petronas Dagangan Sdn. Bhd. seperti ditunjukkan dalam Jadual 5 [PETRONAS, 1988]. LSWR juga merupakan bahan bakar yang lebih bermutu daripada bahan-bahan bakar lain seperti data yang diperolehi melalui kajian ESSO iaitu dengan membandingkan keupayaan LSWR dengan MFO (middle filtrate oil) [ESSO, 1988]. Oleh itu antara keistimewaan LSWR ialah

- i) nilai pemanasan yang tinggi berbanding dengan bahan bakar lain,
- ii) kandungan sulfur yang rendah dapat mengurangkan pencemaran udara dan kakisan terhadap bahagian penyejuk dandang,
- iii) kandungan abu dan logam surih yang rendah dapat mengurangkan pemendapan pada dandang. Kakisan pada suhu tinggi juga kurang berlaku dan ini mengurangkan kos baik pulih dan penyelenggaraan alat, dan
- iv) kandungan baki karbon dan asfaltena yang rendah dapat mengurangkan kekerapan semburan jelaga sebanyak 30%. Kandungan asfaltena yang rendah juga boleh mengurangkan pancaran penzarahan.

Walau bagaimanapun, masalah yang timbul ialah LSWR mempunyai takat tuang dan kandungan lilin yang tinggi. Pengendalian dan penghantaran bahan baki ini melalui talian paip biasa adalah sukar dicapai kerana LWSR beku pada suhu bilik dan ini menyebabkan keupayaan pengepaman adalah terbatas. Kelikatan LSWR meningkat dengan mendadak pada suhu operasi yang menghampiri suhu takat tuang bahan baki ini apabila lilin mula mendak dan membentuk struktur gel yang menghalang aliran dan menyukarkan pengepaman (lihat Gambarajah 1). Dengan itu, untuk LSWR yang mempunyai takat tuang 45°C , suhu kendalian antara $49 - 55^{\circ}\text{C}$ perlu dikekalkan untuk mengelakkan masalah pengepaman aliran yang genting. Bagi memudahkan pengendalian LSWR sebagai bahan bakar ia perlu diproses dan dirawat iaitu sama ada dengan menurunkan takat tuangnya ataupun memisahkan kandungan lilinnya. Antara proses rawatan yang digunakan ialah

- i) mengadunkan LSWR dengan minyak sulfur tinggi [Siegmund dan Manny, 1986],
- ii) mengadukkan LSWR dengan minyak tidak berlilin [Siegmund dan Manny, 1986],
- iii) mencampurkan bahan tambah, sama ada bahan pembaik aliran [Cranfield, 1971] atau bahan penurun takat tuang [Barusch dan Macpherson, 1965],
- iv) rawatan penyesuaian LSWR di loji penyesuaian [Chandrasekharan dan Sikdar, 1970],
- v) proses penyahhilinan [Zurcher, 1969], dan
- vi) menggunakan pemanas pada tangki storan dan talian paip [Ells, 1971].

Kesimpulan

Bahan baki berlilin sulfur rendah (LSWR) dari minyak mentah Tapis Blend adalah sesuai dan selamat digunakan sebagai bahan bakar di loji penjanaan elektrik dan kilang-kilang industri lain kerana

- i) LSWR tersebut lebih bermutu daripada kebanyakan bahan-bahan bakar yang lain, terutamanya MFO,
- ii) keuntungan yang diperolehi sekurang-kurang 6% daripada kos LSWR, dan
- iii) penggunaan bahan bakar ini dapat mengurangkan impot bahan-bahan bakar lain.

Walau bagaimanapun, masalah yang dihadapi dengan penggunaan LSWR ini ialah masalah pengendalian bahan baki ini pada suhu bilik dan juga masalah pengangkutan. Masalah-masalah ini boleh diatasi dengan menggunakan kaedah pemprosesan dan perawatan yang telah dicadangkan sebelum ini. Namun begitu, kajian selanjutnya perlu dilakukan untuk menentukan kaedah rawatan yang paling efektif dan ekonomik.

Penghargaan

Penulis ingin mengucapkan ribuan terima kasih kepada pihak Petronas Dagangan Sdn. Bhd. kerana membekalkan sampel LSWR minyak mentah Tapis Blend dengan percuma, dan juga kepada pihak PRI, Ulu Kelang kerana mengizinkan pihak penulis menggunakan kemudahan makmal di sana. Ucapan terima kasih juga ditujukan kepada individu yang telah banyak membantu dalam kajian awal ini.

Rujukan

- ESSO, "LSWR Fuel", ESSO Products Bulletin. Sumber dari Petronas Dagangan Sdn. Bhd., Feb., 1988.
- SIEGMUND, C.W dan MANNY, E.H. "What Low Sulfur Fuel Oils Mean to the Refiner and His Customers", Oil and Gas International (Nov., 1986), vol. 8 no. 11, 126 - 133.
- HUNT, R.H dan O'NEL, M.J, JR., "The Composition of Petroleum", Dibukukan oleh John J. McKetta, Jr. dalam Advances in Petroleum Chemistry and Refining, vol. 10, Interscience Publishers, USA, 1965, 18-31.
- ABDULLAH, M. dan ZAKARANI YUSOF, "Kerteh Refinery and TBP Properties Correlation Study - June 1988", (Laporan). Petronas Research Institute, Petronas, 1988.
- ABDUL THANI SULAI, "Baki Berlilin Sulfur Rendah (LSWR) Sebagai Bahan Api", Tesis Sm.K (Petroleum), UTM, 1988.
- CRANFIELD, JOHN, "Here's Some New Technology for Handling Waxy Crude", Oil and Gas International, (Jan., 1971), vol. 11 no. 1, 29 - 34.

BARUSCH, M.R. dan MACPHERSON, J.H. "Engine Fuel Additives", Dibukukan oleh John J. McKetta, Jr. dalam Advances in Petroleum Chemistry and Refining, vol. 10, Interscience Publishers, USA, 1965, 537 - 538.

CHANDRASEKARAN, K.P. dan SIKDAR, P.K. "Here's How Waxy Indian Crude is Prepared for Pipeline Transit", Oil and Gas International. (Oct., 1970), vol. 10 no. 10, 86 - 111.

ZURCHER, PAUL, "Dewaxing", Petroleum Refinery Engineering. Dibukukan oleh W.L Nelson, McGraw Hill Book Company, 1969, 374 - 391.

ELLS, J.W. "Here's a Designer's Guide for Waxy Crude Pipelines", Oil and Gas International. (May, 1971), vol. 11 no. 5, 74 - 79.

PETRONAS, "LSWR Properties", Petronas Dagangan Sdn. Bhd., Daya Bumi, 1988.

Jadual 1 Purata peratus isipadu sumbangan setiap medan minyak untuk minyak mentah Tapis Blend [Abdullah dan Zakarani, 1988].

Medan Minyak	% isipadu minyak mentah setiap medan				
	Sept. 1983	Sept. 1984	Jun 1986	Feb. 1987	Jun 1988
Tapis	33.60	11.90	14.50	13.00	13.26
Pulai	11.90	10.50	4.70	7.00	4.32
Bekok	19.20	17.10	12.40	7.00	8.46
Tiong	17.80	27.20	20.20	23.00*	12.92
Kepong	3.50	3.00	2.10	-	0.20
Tinggi	14.00	14.30	11.00	14.00	11.70
Irong Barat	-	6.70	7.40	4.00	5.78
Semangkuk	-	9.40	14.30	16.00	12.73
Guntong	-	-	9.10	7.00	21.61
Palas	-	-	1.0	5.00	4.12
Tabu	-	-	3.03	4.00	4.90
* jumlah pengeluaran untuk Tiong dan Kepong					
Jumlah	100.00	100.10	99.73	100.00	100.00

Jadual 2 Graviti API dan takat tuang minyak mentah Tapis Blend [Abdullah dan Zakarani, 1988].

Tarikh Bacaan	Graviti, °API	Takat Tuang, °C
Ogos 1983	47.3	-
Sept. 1984	46.0	9
Jun 1986	45.7	-6
Feb. 1987	46.8	3
Jun 1988	48.7	3

Jadual 3 Keputusan ujikaji sifat-sifat utama LSWR di makmal.

Penentuan	Data Ujikaji	Kaedah Pengujian
Ketuampatan @20°C, kg/l	0.901	Hubbart
Takat Kilat, °C	109.0	D 93
Kelikatan Kinematik, cSt.	25.0 @ 75°C 12.0 @ 96°C	D 445
Takat Tuang, °C	45.0	D 97
Sulfur, % berat	0.3	IP 336
Abu, % berat	0.017	D 482
Baki Karbon Conradson, % berat	2.32	D 189
Kandungan Air dan Sedimen Dasar, % berat	0.23	D 4007
Kandungan Air, % berat	0.03	D 95

Jadual 4 Kelikatan kinematik LSWR pada setiap peringkat suhu.

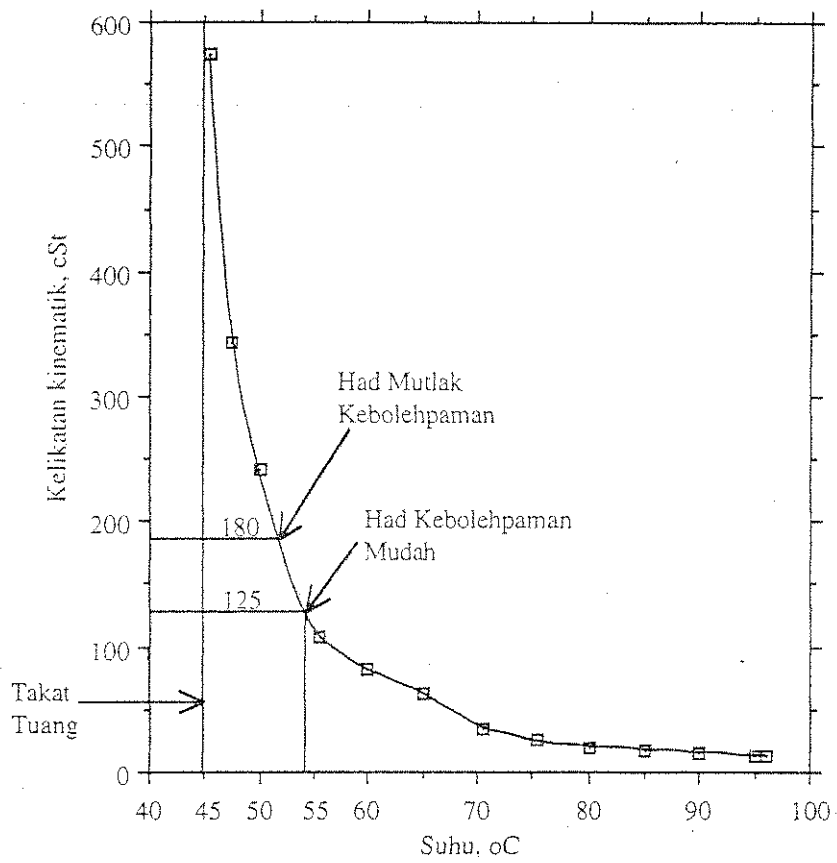
Suhu, °C	Kelikatan Kinematik, cSt
45.5	573.7
47.5	344.0
50.0	241.5
55.5	108.5
60.0	81.9
65.0	62.8
70.5	35.5
75.5	25.2
80.0	19.9
85.0	18.1
90.0	15.5
95.0	12.8
96.0	12.3

Jadual 5 Spesifikasi sifat-sifat LSWR oleh Petronas Dagangan Sdn. Bhd. [PETRONAS, 1988].

Penentuan	Minimum	Maksimum	Kaedah
Ketumpatan @ 20°C, kg/l	0.860	0.925	D 1298
Takat Kilat, °C	68.0	-	D 93
Kelikatan Kinematik @ 100°C, cSt	-	15.0	D 445
Takat Tuang, °C	-	48.0	D 97
Sulfur, % berat	-	0.2	IP 336
Abu, % berat	-	0.1	D 482
Baki Karbon Conradson, % berat	-	6.0	D 189
Sedimen dan Air, % berat	-	0.5	D 473
			D 95

Jadual 6 Perbandingan antara LSWR dan MFO [ESSO, 1988]

Sifat-sifat	LSWR	MFO
Ketumpatan @ 15°C, kg/l	0.898	0.944
Nilai Haba Pemanasan Kasar :		
BTU/lb	18960.0	18500.0
KJ/kg	44100.0	43030.0
Sulfur, % berat	0.6	3.0
Abu, % berat	0.02	0.1
Sodium, ppm	10.0	80.0
Vanadium, ppm	15.0	80.0
Baki Karbon Conradson, % berat	6.0	12.5
Asfalena, % berat	2.0	5.0
Takat Tuang, °C	55.0	21.0
Kelikatan @60°C, cSt	60.0	110.0



Gambarajah 1 : Hubungan kelikatan terhadap perubahan suhu dan had kebolehpaman aliran LSWR minyak mentah Tapis Blend.